

Estruturas em Terra: Comportamento e Patologias

Fernando Peña¹ e Paulo B. Lourenço²

¹ Investigador de Pós-doutoramento, fernandopena@civil.uminho.pt

² Professor Associado com Agregação, pbl@civil.uminho.pt

Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil,
Campus Azurem, 4800-058, Guimarães, Portugal.

Portugal possui um legado importante de construções em terra que é necessário preservar. Actualmente existem diversas construções em terra que ainda se podem encontrar, principalmente ao sul do país. Estas construções são das mais variadas, desde edifícios rurais, geralmente de pequenas dimensões, até edifícios urbanos de maior porte, passando por muros, poços de água, igrejas e armazéns. Esta técnica foi muito utilizada, passando de geração em geração, até meados do século XX, quando o desenvolvimento de novos materiais de construção conduziu ao declínio dos materiais tradicionais. Assim, a realização e o conhecimento, bem como a reabilitação e reforço, destas construções tem vindo a ser negligenciada.

As construções em terra são particularmente vulneráveis às acções dinâmicas, com especial ênfase para a acção sísmica, e às acções da água. A elevada vulnerabilidade é essencialmente devida à ausência de ligações adequadas entre as várias partes da estrutura (Figura 1). Em geral, esta característica conduz a um colapso por rotação das paredes de contorno para o exterior. Esta vulnerabilidade é ainda ampliada pela falta de manutenção e pela deterioração de elementos de protecção como drenagem, revestimentos das paredes e coberturas, etc.

Por outro lado, Portugal está particularmente em risco devido ao elevado número de monumentos e edifícios em zonas com sismicidade elevada, e devido ao facto do último sismo de grande magnitude em Portugal continental ter ocorrido há muito tempo (em 1755). Devido ao processo de envelhecimento e aos factores ambientais, muitas das construções são vulneráveis às acções dinâmicas, o que poderá conduzir ao colapso parcial ou total de forma inesperada.

Dada a sua natureza é bastante provável que sismos de grande potencial destrutivo ocorram no futuro em Portugal. Assim, é da responsabilidade de todos os intervenientes (autoridades, investigadores, projectistas e empresas) envidar esforços no sentido de minorar perdas humanas e danos físicos nas construções. Os conhecimentos adquiridos na última década, não somente devidos à investigação, mas também os resultantes da análise dos efeitos causados pelos grandes sismos que ocorreram recentemente, permitem reduzir a vulnerabilidade sísmica do edificado existente e, simultaneamente, definir soluções técnicas adequadas para a nova construção. A análise dos sismos recentes demonstra que o problema é generalizado e que as tipologias estruturais, bem como a distribuição e tipo de danos, são recorrentes (Figura 2).

As estruturas existentes reflectem o estado do conhecimento à data da sua construção, podendo possuir erros de concepção ou execução grosseiros e invisíveis, e podendo possuir danos desconhecidos devidos a acções do passado. Desta forma, a avaliação da segurança estrutural e a definição de medidas de intervenção podem possuir um grau de incerteza substancialmente mais elevado que no caso das estruturas novas. Como princípio básico, salienta-se que os regulamentos concebidos para construções novas não podem ser geralmente aplicados ao património arquitectónico sob risco de perda completa de autenticidade. No caso de reforço sísmico de uma estrutura em terra que apresente resistência insuficiente, devem ser considerados

os seguintes aspectos: (a) todos os erros grosseiros devem ser eliminados; (b) nos edifícios altamente irregulares (rigidez ou resistência), a regularidade em planta e altura deve ser melhorada; (c) deve-se aumentar a ductilidade das secções ou elementos mais frágeis; (d) o aumento de resistência obtido não deve reduzir consideravelmente a ductilidade global; (e) os lintéis frágeis devem ser substituídos; (f) as ligações inadequadas entre paredes e pavimentos, e entre paredes transversais, devem ser melhoradas; (g) os impulsos horizontais sobre as paredes transversais devem ser eliminados (Figura 3). A intervenção poderá incluir aspectos de alteração de resistência, rigidez ou ductilidade de elementos estruturais, colocação de novos elementos estruturais, introdução de dissipadores de energia, redução de massa, demolição parcial ou total, entre outros.

Por outro lado, as características mais importantes para melhorar a resistência sísmica de uma construção em terra nova são: (a) escolha adequada dos materiais; (b) a presença do nível freático a profundidade adequada; (c) a boa qualidade da execução; (d) a definição de uma solução estrutural robusta. Como recomendações gerais, sugere-se que se construam casas de apenas um piso, eventualmente com sótão, que a cobertura seja o mais leve possível, que a fundação seja firme e a cobertura seja convenientemente ligada às paredes. A forma do edifício deve ser regular e simétrica, idealmente de planta rectangular. As paredes devem desenvolver-se de forma contínua em ambas as direcções. Os edifícios de maior área poderão ter um pátio interior para ventilação e iluminação, com drenagem adequada, em vez de recorrer a plantas com protuberâncias, em T ou L.

Como regras gerais podem-se admitir algumas dimensões geométricas mínimas que as construções em terra devem cumprir para melhorar o seu comportamento sísmico (Figura 4). Por exemplo: as paredes deverão possuir uma altura inferior a 7 vezes a sua espessura (com um máximo de 3.5 m) e um comprimento livre inferior a 10 vezes a espessura da parede (com um máximo de 5 m). Caso se adoptem comprimentos superiores é necessário promover contrafortes adicionais pelo exterior. As aberturas deverão possuir uma largura máxima de 1.2 m, com um máximo de um terço do comprimento da parede, e os elementos formados entre aberturas deverão ter uma largura mínima também de 1.2 m. O prolongamento dos lintéis para cada lado da abertura deve possuir um comprimento mínimo de 0.3 m. A espessura mínima das paredes deve ser de 0.4 m, ainda que as paredes de taipa devam ser efectuadas com espessura variável em altura (com um mínimo de 0.3 m de espessura no topo e um alargamento para base no exterior com um declive de 1:12) (Figura 4).

As fundações devem ser consideradas, em geral, com uma largura entre uma vez e duas vezes a espessura da parede, dependendo da altura do construção e da qualidade do terreno de fundação, e com uma profundidade mínima de 0.4 m. Recomenda-se que a fundação seja realizada em alvenaria de tijolo ou pedra, utilizando argamassa com ligante hidráulico. Desejavelmente, deveria ainda existir um plinto realizado na mesma alvenaria com uma altura mínima de 0.30 m acima do nível do terreno, acima do qual se coloca uma membrana hidrófuga e, em seguida, a construção em terra.

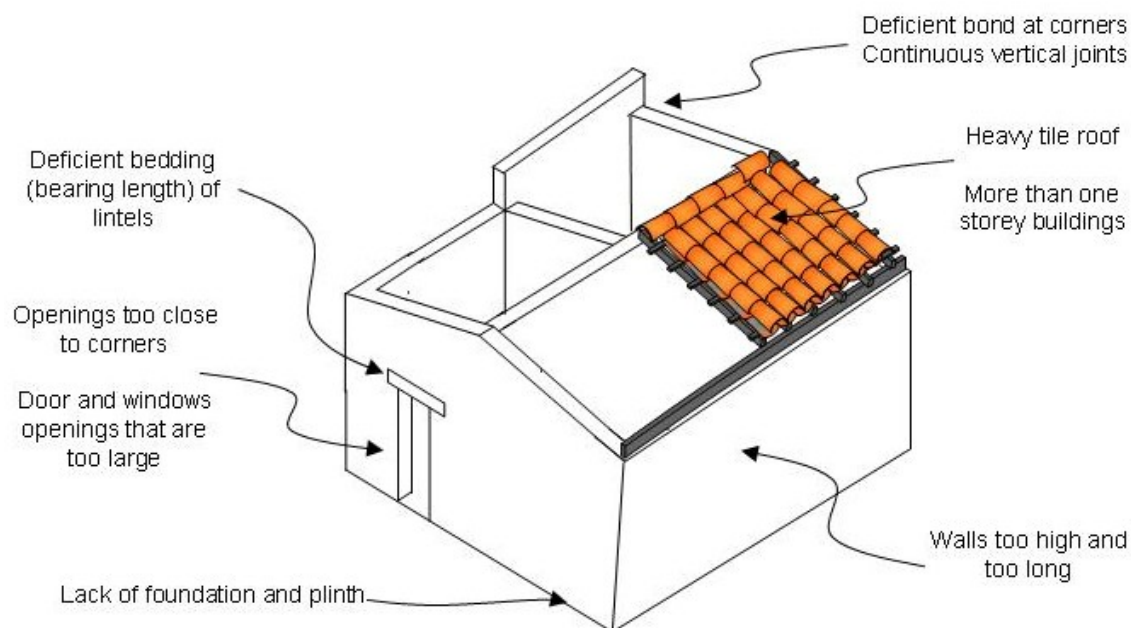


Fig. 1. Causas típicas de rotura em casas do adobe.

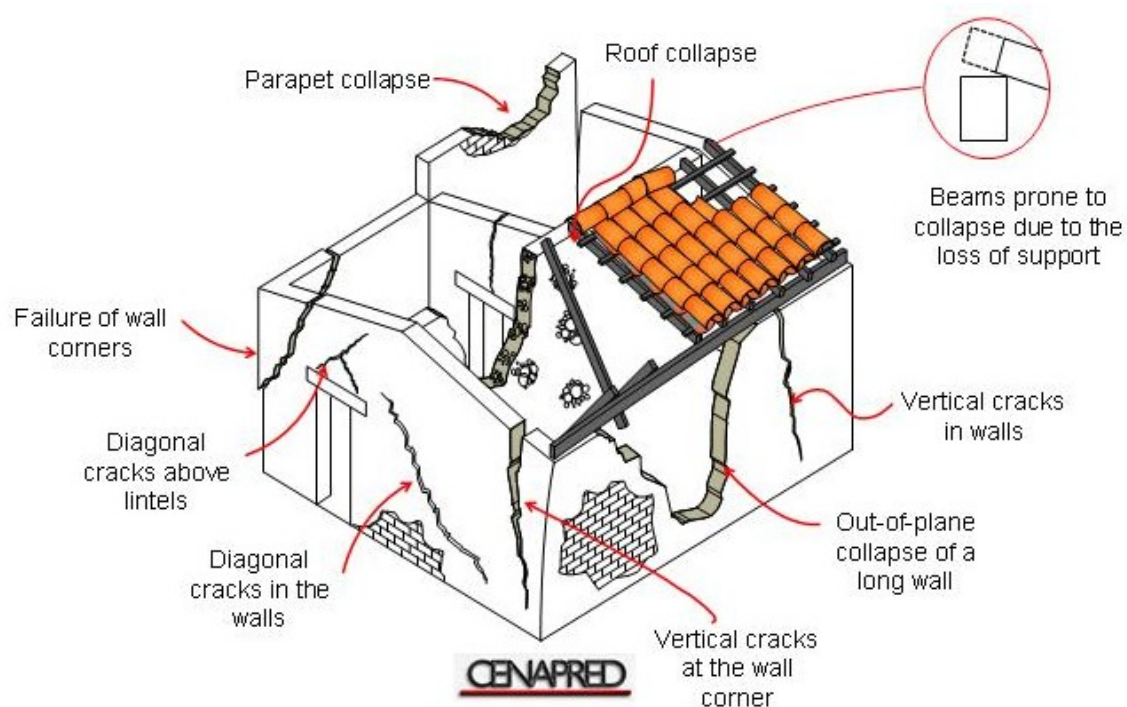


Fig. 2. Modos de rotura típicos em casas do adobe.

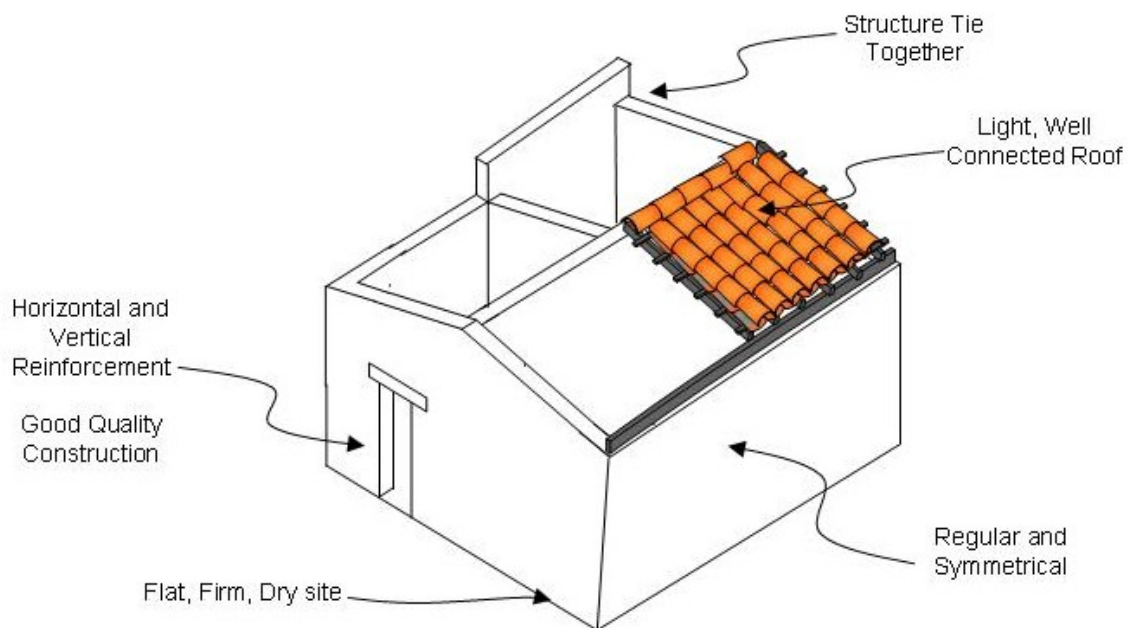


Fig. 3. Recomendações principais para o melhoramento do comportamento estrutural.

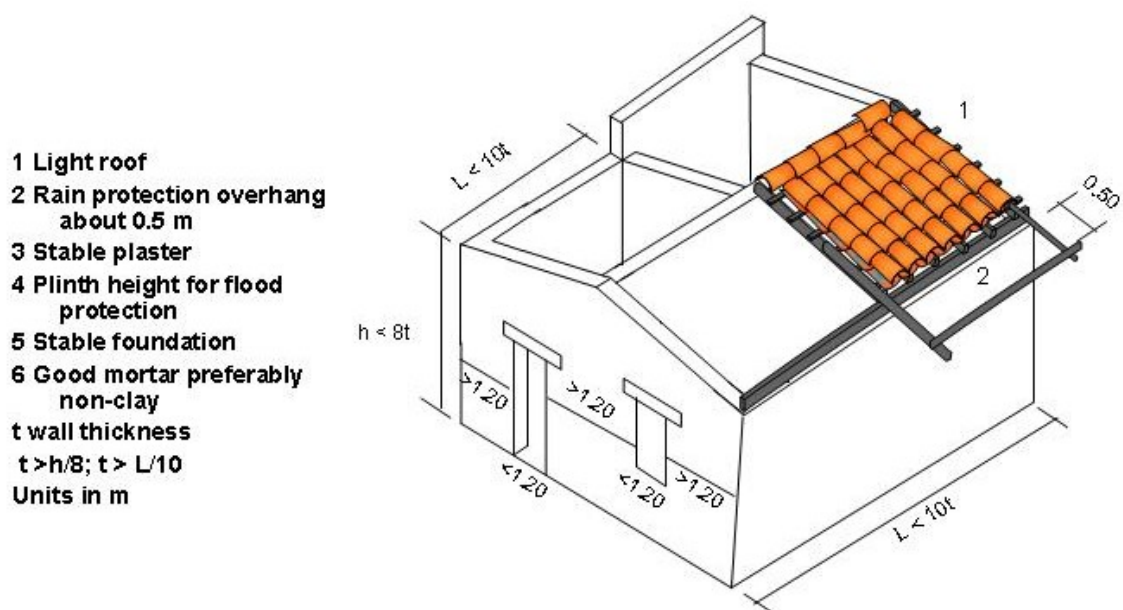


Fig. 4. Recomendações relativas a dimensões e materiais.